酿酒酵母对湘中黑牛营养物质消化率、瘤胃发酵及血浆生化指标的影响

陈　亮[1]　揭红东[2*]　任　傲[1,2]　周传社[2,3**]　谭支良[2,3]　李　斌[4]

(1.湖南农业大学动物科学技术学院，长沙 410128;2.中国科学院亚热带农业生态研究所，亚热带农业生态过程重点实验室，畜禽养殖污染控制与资源化技术国家工程实验室，湖南省畜禽健康养殖工程技术中心，农业部中南动物营养与饲料科学观测实验站，长沙 410125；3.湖南畜禽安全生产协同创新中心，长沙 410128；4.西藏自治区农牧科学院畜牧兽医研究所，拉萨 850000）

摘　要：本试验旨在研究不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛生长性能、营养物质消化率、瘤胃发酵以及血浆生化指标的影响。选取 18 头湘中黑牛[平均体重（330±30） kg]，采用单因素完全随机试验设计分为 3 组，每组 6 头，对照组饲喂基础饲粮，试验组在基础饲粮中分别添加 120（组Ⅰ）、240 g/kg 酿酒酵母（组Ⅱ）。预试期为 10 d，正试期为 30 d。结果表明：1）饲粮中添加酿酒酵母对湘中黑牛平均日增重及料重比无显著影响（P>0.05）。2）饲粮中添加酿酒酵母显著降低了粗蛋白质粪排放量（P<0.05），对干物质、中性洗涤纤维和粗蛋白质消化率无显著影响（P>0.05）。3）各组瘤胃液中氨态氮（NH_3-N）以及挥发性脂肪酸（VFA）浓度均无显著差异（P>0.05）。4）饲粮中添加 240 g/kg 酿酒酵母显著降低了湘中黑牛血浆中总胆固醇浓度（P<0.05）。结果提示，饲粮中添加 240 g/kg 酿酒酵母能够降低湘中黑牛粗蛋白质粪排放量以及血浆中总胆固醇浓度，对减少肉牛养殖过程中氮排放，改善养殖环境以及促进肉牛健康养殖具有重要意义。

关键词：湘中黑牛；总胆固醇；挥发性脂肪酸；料重比；生长性能

中图分类号：S823

益生菌作为一种新型微生物添加剂，是一类对宿主能产生有益作用的活菌制剂,亦称微生态制剂，其种类主要包括乳酸菌制剂、芽孢杆菌制剂、酵母菌制剂以及混合菌剂等[1],而酵母菌作为一种有价值的动物饲料添加剂已经应用多年。饲料添加剂中应用较为普遍的酵母菌

收稿日期：2017-03-09

基金项目：国家“十二五”科技支撑计划（2012BAD14B17）；西藏自治区财政专项（娟姗牛生产性能与乳品质提升营养调控关键技术）

作者简介：陈　亮（1987-），男，安徽阜阳人，博士研究生，研究方向为反刍动物营养学。E-mail: chenliang071110@163.com

*同等贡献作者

**周传社，研究员，硕士生导师，E-mail: zcs@isa.ac.cn

种是酿酒酵母，其包括 2 大类型，即活酵母菌剂和酵母培养物制剂[2]。酿酒酵母在提高泌乳奶牛产奶性能、维持奶牛健康以及促进犊牛发育发面均有广泛用途[3]。在肉牛养殖领域，酿酒酵母也有着广泛研究。耿春银[4]研究报道在高精料饲粮条件下，添加酿酒酵母对育肥牛的生长性能具有改善作用。张翔飞[5]研究报道饲粮添加 0.1%活性干酵母能维持瘤胃厌氧环境，同时对改善瘤胃发酵环境以及促进瘤胃纤维降解菌和乳酸利用菌的生长具有积极作用。丁耿芝[6]研究报道饲粮中添加酵母菌对肉牛瘤胃发酵模式无显著性影响，但改善了肉牛脂肪代谢和磷脂代谢，有利于提高生长性能。景小平等[7]研究报道在高精料饲粮条件下，添加活性干酵母可显著提高粗料中性洗涤纤维（NDF）和酸性洗涤纤维（ADF）在肉牛瘤胃的快速降解部分含量，提高其有效降解率。而饲粮中添加酿酒酵母对湘中黑牛生长性能、营养物质消化率、瘤胃发酵以及血浆生化指标的影响却鲜有报道。本试验以湘中黑牛为试验动物，探究不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛生长性能、营养物质消化率、瘤胃发酵以及血浆生化指标的影响，以期在实际生产中，为肉牛的健康养殖提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

酿酒酵母：本试验所用酿酒酵母为法国乐斯福集团所生产的活性酵母产品，活菌数为 1.5×10^{10} CFU/g。

1.2 试验设计

本试验采用单因素完全随机试验设计，选用 18 头平均体重为（330±30） kg 的湘中黑牛，随机分为 3 组，每组 6 头，对照组饲喂基础饲粮，试验组在基础饲粮中分别添加 120（组Ⅰ）、240 g/kg 酿酒酵母（组Ⅱ）。预试期为 10 d，正试期为 30 d。

1.3 试验饲粮及饲养管理

湘中黑牛基础饲粮按照NRC（2001）配制，由水稻秸秆和精料组成，精粗比为55:45。基础饲粮组成及营养水平见表1。试验牛只采用拴系式单栏饲养，整个试验期间自由采食和自由饮水。室温保持在25 ℃左右，通风良好。每天清理粪便2次，每周消毒圈舍2~3次。对试验牛按照牛场常规管理进行免疫、驱虫等。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table1 Composition and nutrient levels of the basal diets （DM basis） %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
水稻秸秆 Rice straw	45.0
菜籽粕 Rapeseed meal	9.5
酒糟 Distriller' grains	11.0
玉米 Corn	16.2
豆粕 Soybean meal	10.0
麦麸 Wheat bran	4.5
碳酸钙 $CaCO_3$	0.7
预混料 Premix	2.0
食盐 NaCl	0.6
小苏打 $NaHCO_3$	0.5
合计 Total	100.0
营养水平 Nutrient levels	
粗蛋白质 Crude protein	13.80
中性洗涤纤维 NDF	38.46
钙 Ca	0.50
磷 P	0.36
代谢能 ME/（MJ/kg）	8.95

每千克预混料含有 One kg of premix contained the following：Mg50 g,Fe2.5 g,Cu 0.4 g,Mn 2 g,Zn 1.5 g,Se 10 mg,I 25 mg,Co 5 mg,VA 80 000 IU,VD 12 500 IU,VE 1 250 mg。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 生长性能

分别于正试期第 1、30 天对试验湘中黑牛进行空腹称重，记录湘中黑牛体重变化情况，用于计算平均日增重。分别于正式期第 20~25 天记录采食量，根据饲粮投喂量和剩料量计算平均日采食量。然后根据平均日增重和平均日采食量计算料重比。计算公式如下：

平均日增重=总增重/（试验动物数×试验天数）；

平均日采食量=总采食量/（试验动物数×试验天数）;

料重比=平均日采食量/平均日增重。

1.4.2　营养物质消化率

利用全收粪法于正试期第25~30天收集每组试验牛粪便，称重，按总重量的10%取样。每100 g加20 mL的10% H_2SO_4，-20 ℃保存。用于检测粪便干物质（DM）、NDF以及粗蛋白质（CP）含量。将每头试验牛6 d粪便样品混合，利用杨胜[8]提供的饲料分析方法分别对其进行DM、NDF、CP含量进行测定。各营养成分消化率计算公式如下：

DM消化率=100×（总摄入DM－粪便DM）/总摄入DM;

NDF消化率=100×（总摄入NDF－粪便NDF）/总摄入NDF;

CP消化率=100×（总摄入CP－粪便CP)/总摄入CP。

1.4.3　血浆生化指标

于正试期第30天，通过尾根静脉对湘中黑牛进行血液样品采集。设置3个采样时间点，分别是饲喂前（0 h）和饲喂后2、6 h。利用含肝素钠抗凝真空采血管进行血液样品采集。血液样品采集后，立即离心（5 000 r/min 4 ℃ 10 min）收集血浆。将血浆-20 ℃保存，利用全自动生化分析仪（美国贝克曼库尔特公司，CX4）以及相关试剂盒（南京建成生物工程研究所）对血浆中谷丙转氨酶（ALT）、乳酸脱氢酶（LDH）活性及葡萄糖（Glu）、总胆固醇（TC）、总蛋白（TP）、甘油三酯（TG）和尿素氮（UN）浓度进行检测。

1.4.4　瘤胃液发酵指标

于正试期第30天通过口腔采集试验牛瘤胃液。设置2个时间点，分别是喂后2和6 h。瘤胃液采集后，装入10 mL离心管，-20 ℃保存，用于瘤胃液中氨态氮（NH_3-N）浓度的测定。剩余瘤胃液经10 000 r/min 4 ℃离心15 min，取上清液1.5 mL，加入0.15 mL 25%偏磷酸固定，-20 ℃保存，用于瘤胃液中挥发性脂肪酸（VFA）浓度的测定。瘤胃液中VFA和NH_3-N浓度测定参照Chen等[9]的方法。

1.5　数据分析

利用SAS 9.1软件的MIXED过程统计分析数据，统计差异显著性定义为P <0.05。

2　结　果

2.1　不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛生长性能的影响

由表2可知，3组之间平均日增重和料重比没有显著差异（P>0.05）。

表2　不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛生长性能的影响

Table 2　Effects of different supplementation levels of *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance of *Xiangzhong* black beef

项目 Items	对照组 Control group	组 I Group Ⅰ	组 II Group Ⅱ	SEM	*P* 值 *P*-value
平均日增重 Average daily gain/kg	0.68	0.75	0.61	0.05	0.311 2
料重比 Feed to gain ratio	5.31	5.18	5.20	0.89	0.420 7

2.2　不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛营养物质消化率的影响

由表 3 可知，与对照组相比，试验组均显著降低了湘中黑牛 CP 粪排放量（P<0.05），组Ⅰ、组Ⅱ分别比对照组降低 19.35%、16.13%；组Ⅰ、组Ⅱ CP 消化率分别比对照组高 6.92%和 6.22%，但 3 组之间差异不显著（P>0.05）。不同添加水平的酿酒酵母对湘中黑牛 DM 及 NDF 消化率均无显著影响（P>0.05）。

表3　不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛营养物质消化率的影响

Table 3　Effects of different supplementation levels of *Saccharomyces cerevisiae* on nutrient digestibility of *Xiangzhong* black beef

项目 Items	对照组 Control group	组 I Group Ⅰ	组 II Group Ⅱ	SEM	*P* 值 *P*-value
干物质 DM					
摄入量 Intake/（kg/d）	7.67	7.32	7.18	0.56	0.781 0
粪排放量 Fecal excretion/（kg/d）	3.26	2.80	2.81	0.15	0.160 1
消化率 Digestibility/%	57.50	61.74	60.86	6.89	0.756 8
粗蛋白质 CP					
摄入量 Intake/（kg/d）	1.06	1.01	1.03	0.13	0.877 2
粪排放量 Fecal excretion/（kg/d）	0.31^{a}	0.25^{b}	0.26^{b}	0.02	0.045 1
消化率 Digestibility/%	70.38	75.25	74.76	5.69	0.354 8
中性洗涤纤维 NDF					
摄入量 Intake/（kg/d）	2.95	2.81	2.72	0.14	0.385 2
粪排放量 Fecal excretion/（kg/d）	0.74	0.72	0.73	0.07	0.788 5
消化率 Digestibility/%	74.98	74.52	73.09	5.67	0.473 1

2.3　不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛瘤胃发酵指标的影响

由表 4 可知，瘤胃液中 NH_3-N 浓度随着酿酒酵母添加水平增加而不断升高，但组间差异不显著（P>0.05）。组Ⅰ湘中黑牛瘤胃液中乙酸、丙酸、戊酸、丁酸以及总 VFA 浓度分别比对照组高 3.43%、1.45%、8.22%、23.10%和 4.95%。组Ⅰ湘中黑牛瘤胃液中 VFA 浓度均

高于组Ⅱ，组Ⅰ瘤胃液乙酸、丙酸、戊酸、异戊酸、丁酸、异丁酸以及总 VFA 浓度分别比组Ⅱ高 8.37%、9.67%、9.72%、7.35%、15.24%、6.19%和 9.31%。不同添加水平酿酒酵母对 VFA 浓度均没有显著影响（$P>0.05$）。

表4 不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛瘤胃发酵指标的影响

Table 4 Effects of different supplementation levels of *Saccharomyces cerevisiae* on rumen fermentation parameters of *Xiangzhong* black beef

项目 Items	对照组 Control group	组Ⅰ Group Ⅰ	组Ⅱ Group Ⅱ	SEM	*P* 值 *P*-value
氨态氮 NH_3-N/(mg/dL)	7.56	9.96	10.68	1.40	0.300 5
乙酸 Acetate/(mmol/L)	45.19	46.74	43.13	2.78	0.662 6
丙酸 Propionate/(mmol/L)	11.07	11.23	10.24	0.66	0.535 5
戊酸 Valerate/(mmol/L)	0.73	0.79	0.72	0.07	0.716 1
异戊酸 Isovalerate/(mmol/L)	0.74	0.73	0.68	0.05	0.714 0
丁酸 Butyrate/(mmol/L)	6.45	7.94	6.89	0.73	0.358 5
异丁酸 Isobutyrate/(mmol/L)	1.06	1.03	0.97	0.05	0.514 4
乙酸/丙酸 Acetate/propionate	4.08	4.16	4.21	0.06	0.382 0
总挥发性脂肪酸 TVFA/(mmol/L)	65.24	68.47	62.64	4.24	0.632 7

2.4 不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛血浆生化指标的影响

由表 5 可知，各组血浆 ALT、LDH 活性及 Glu、TG、TP 和 UN 浓度均无显著差异（$P>0.05$）。组Ⅱ湘中黑牛血浆中 TC 浓度分别比对照组和组Ⅰ低 15.61%和 28.11%，差异显著（$P<0.05$）。

表5 不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛血浆生化指标的影响

Table 5 Effects of different supplementation levels of *Saccharomyces cerevisiae* on plasma biochemical parameters of *Xiangzhong* black beef

项目 Items	对照组 Control group	组Ⅰ Group Ⅰ	组Ⅱ Group Ⅱ	SEM	*P* 值 *P*-value
谷丙转氨酶 ALT/(U/L)	24.93	30.42	22.17	3.63	0.283 4
葡萄糖 Glu/(mmol/L)	3.95	4.06	3.92	0.14	0.761 8
乳酸脱氢酶 LDH/(U/L)	1 050.88	1 333.27	1 352.19	251.74	0.643 7
总胆固醇 TC/(mmol/L)	3.46^{b}	4.02^{a}	2.92^{c}	0.16	0.000 3
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.24	0.37	0.26	0.04	0.065 2
总蛋白 TP/(g/L)	76.80	72.49	73.11	1.95	0.263 9
尿素氮 UN/(mmol/L)	5.30	5.06	5.14	0.26	0.799 3

3 讨 论

3.1 不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛生长性能的影响

耿春银[4]研究结果指出，酵母培养物对育肥牛的生长性能无显著改善，活性干酵母对料

重比无显著影响。董晓丽等[10]研究结果指出，益生菌对哺乳期犊牛的平均日增重、平均日采食量和料重比等生长性能指标影响均不显著。本试验结果与上述报道结果类似。Sanchez 等[11]研究报道，饲粮中添加益生菌[丙酸丙酸杆菌 P1691（*Propionibacterium acidipropionici* P1691）]对肉牛体重亦无显著影响。

然而，也有报道显示饲粮添加酵母培养物对犊牛生长有积极影响。Francia 等[12]研究指出，饲粮中添加酿酒酵母对提高犊牛平均日增重和饲料转化率均具有积极作用；符运勤等[13]也报道指出，饲粮中添加单一地衣芽孢杆菌能提高犊牛（0~8 周龄）的平均日增重和体躯指数，而饲粮添加复合益生菌（地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌和植物乳杆菌）能提高犊牛 8 周龄的体躯指数。丑有财等[14]研究指出，饲粮添加益生菌（乳酸杆菌和双歧杆菌）能显著提高犊牛平均日增重。不同试验之间存在的差异可能主要由于益生菌的种类、添加水平及试验动物不同所致，试验饲粮的不同以及试验牛年龄的不同也是造成差异的原因。

3.2　不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛营养物质消化率的影响

Vyas 等[15]研究报道，肉牛饲粮中添加益生菌（丙酸杆菌）对肉牛瘤胃中 DM、有机物（OM）、NDF、ADF 以及淀粉的消化率均无显著影响。Sanchez 等[11]研究报道，在肉牛低品质粗料中添加益生菌（*Propionibacterium acidipropionici* P1691）对 OM、NDF 消化率亦无显著影响，同时也未显著改变肉牛体重。而王祚等[16]研究报道，添加益生菌（酿酒酵母）对玉米秸秆体外发酵 DM 和 NDF 消化率均无显著影响。上述研究结果与本试验结果类似。但有研究报道,饲粮中添加酵母菌能提高纤维物质及 DM 的消化率[17-18]。这种差异可能是由于饲粮组成不同造成的。在本试验中，添加酿酒酵母显著降低了 CP 粪排放量，提高了 CP 消化率。这可能是由于添加酿酒酵母促进了瘤胃微生物对饲粮中蛋白质的降解。同时各组瘤胃液 NH_3-N 浓度也间接印证上述结果。刘彩娟等[19]研究报道饲粮中添加复合益生菌显著提高了瘤胃液 NH_3-N 浓度，与本试验结果一致。

3.3　不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛瘤胃发酵指标的影响

NH_3-N 是瘤胃内合成菌体蛋白的主要前体物，主要是饲粮中蛋白质在瘤胃中被瘤胃微生物降解生成。本试验中添加酿酒酵母促进了饲粮蛋白质在瘤胃中的分解，使试验组瘤胃液 NH_3-N 浓度均高于对照组，此结果与刘彩娟等[19]的试验结果一致。瘤胃中 VFA 主要来自于瘤胃内碳水化合物的发酵，是反刍动物重要能量来源，也为瘤胃内微生物的合成提供能量来

源。本试验中，添加酿酒酵母对瘤胃液中 VFA 浓度无显著影响，可能由于添加酿酒酵母对瘤胃液中碳水化合物降解菌群的影响并不显著所致。刘彩娟等[19]研究报道，饲粮中添加复合益生菌对瘤胃液中丙酸、丁酸浓度和乙酸/丙酸均无显著影响，但显著提高了总 VFA 和乙酸的浓度。此外，有研究报道，饲粮中添加活性酵母或酵母培养物能改变瘤胃液中 VFA 浓度以及各 VFA 比例[20-22]。也有研究报道，饲粮中添加丙酸杆菌对改变瘤胃液中 VFA 比例具有显著作用[11，15]。Peng 等[23]研究报道，奶牛饲粮中添加纳豆芽孢杆菌显著增加了瘤胃液丙酸浓度，降低了乙酸浓度。益生菌的种类及添加水平、饲粮化学组成均有可能是导致差异的原因。

3.4 不同添加水平酿酒酵母对湘中黑牛血浆生化指标的影响

血浆生化指标在一定程度上可以反映动物的生长性能，在动物生产研究中具有重要意义。本试验中，除血浆 TC 浓度外，添加酿酒酵母对血浆生化指标无显著影响。王玲等[24]研究报道，饲粮中添加复合酵母培养物能显著提高血清 Glu 浓度，并显著降低血清 UN 浓度；符运勤等[13]研究报道，犊牛饲粮中添加不同组合益生菌对犊牛血清生化指标无显著影响；而闫晓刚[25]研究报道犊牛饲粮中添加酵母培养物对犊牛血液 TP 浓度也无显著影响。Peng 等[23]研究报道奶牛饲粮中添加纳豆芽孢杆菌对奶牛血液生化指标无显著影响。以上试验结果表明，饲粮中添加益生菌对血液生化指标的影响可能与动物种类、动物生长阶段、益生菌组成以及饲粮因素有关。TC 是血脂的主要组成部分，其浓度的高低可以反映脂类的吸收和代谢状况[26]。多项研究成果表明，益生菌均有降低机体胆固醇的作用[27]，而在本试验中，低水平益生菌使得血浆中 TC 浓度显著升高，可能是由于低水平酿酒酵母促进了脂肪代谢，致使血浆中 TC 浓度升高，丁耿芝[6]研究报道，添加酵母菌对改善动物脂肪和磷脂代谢具有积极作用。本试验中，高水平酿酒酵母使得血浆中 TC 浓度显著降低，这可能是由于高水平的益生菌可吸收或吸附肠道内胆固醇，致使血浆中 TC 浓度降低[28-29]。

4 结　论

① 饲粮中添加酿酒酵母能显著降低湘中黑牛 CP 粪排放量，对减少肉牛养殖过程中氮排放，改善养殖环境，减少环境污染具有重要意义。

② 饲粮中添加 120 g/kg 酿酒酵母显著提高了湘中黑牛血浆中 TC 浓度，但饲粮中添加 240 g/kg 酿酒酵母显著降低了湘中黑牛血浆中 TC 浓度，对改善湘中黑牛肉品品质及促进健

康养殖具有积极作用。

参考文献:

[1] 史莹华,王成章,韩彪,等.益生素的研究进展[J].河南农业大学学报,2001,35(4):376–380.

[2] 耿春银,任丽萍,周振明,等.反刍动物酵母菌制剂应用的效果及可能作用机制[J].动物营养学报,2015,27(4):1011–1020.

[3] 陈亮,卢向阳,周传社,等.微生态制剂在成年泌乳奶牛养殖上的应用[J].中国畜牧杂志,2013,49(19):97–100.

[4] 耿春银.活性酵母与酵母培养物饲喂育肥牛生长性能、胴体指标和肉品质的比较[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2015:54–56.

[5] 张翔飞.活性干酵母对肉牛瘤胃发酵、纤维降解及微生物菌群的影响[D].硕士学位论文.成都:四川农业大学,2014:56.

[6] 丁耿芝.酵母菌添加对饲喂不同精粗比饲粮肉牛瘤胃发酵、养分降解和血浆代谢组的影响[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2014:56.

[7] 景小平,彭全辉,邹华伟,等.活性干酵母对肉牛瘤胃纤维降解率的影响[J].中国畜牧杂志,2015,51(S1):57–60.

[8] 杨胜.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:北京农业大学出版社,1993:58–64.

[9] CHEN L,REN A,ZHOU C S,et al.Effects of *Lactobacillus acidophilus* supplementation for improving *in vitro* rumen fermentation characteristics of cereal straws[J].Italian Journal of Animal Science,2016,16(1):52–60.

[10] 董晓丽.益生菌的筛选鉴定及其对断奶仔猪、犊牛生长和消化道微生物的影响[D].博士学位论文.北京:中国农业科学院,2013:61.

[11] SANCHEZ P H,TRACEY L N,BROWNE-SILVA J,et al.*Propionibacterium acidipropionici* P169[1] and glucogenic precursors improve rumen fermentation of low-quality forage in beef cattle[J].Journal of Animal Science,2014,92(4):1738–1746.

[12] FRANCIA A D,MASUCCI F,DE ROSA G,et al.Effects of *Aspergillus oryzae* extract and a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on intake,body weight gain and digestibility in buffalo calves[J].Animal Feed Science and Technology,2008,140(1/2):67–77.

[13] 符运勤,刁其玉,屠焰,等.不同组合益生菌对0~8周龄犊牛生长性能及血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2012,24(4):753–761.
[14] 丑有财,葛铭.复方女贞子和益生菌对犊牛生长性能和免疫功能的影响[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2012,17.
[15] VYAS D,MCGEOUGH E J,MOHAMMED R,et al.Effects of *Propionibacterium* strains on ruminal fermentation,nutrient digestibility and methane emissions in beef cattle fed a corn grain finishing diet[J].Animal,2014,8(11):1807–1815.
[16] 王祚,周传社,汤少勋,等.两种酵母对奶牛瘤胃体外发酵特性的影响[J].农业现代化研究,2014,35(2):218–224.
[17] TANG S X,TAYO G O,TAN Z L,et al.Effects of yeast culture and fibrolytic enzyme supplementation on in vitro fermentation characteristics of low-quality cereal straws[J].Journal of Animal Science,2008,86(5):1164–1172.
[18] GUEDES C M,GONCALVES D,RODRIGUES M A M,et al.Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows[J].Animal Feed Science and Technology,2008,145(1/2/3/4):27–40.
[19] 刘彩娟,孙满吉,孙金艳,等.饲粮中添加复合益生菌对奶牛瘤胃发酵及纤维素酶活的影响[J].动物营养学报,2011,23(5):821–827.
[20] HUCKO B,BAMPIDIS V A,KODEŠ A,et al.Rumen fermentation characteristics in pre-weaning calves receiving yeast culture supplements[J].Czech Journal of Animal Science,2009,54:435–442.
[21] HELAL F I S,ABDEL-RAHMAN K A.Productive performance of lactating ewes fed diets supplementing with dry yeast and/or bentonite as feed additives[J].World Journal of Agricultural Science,2010,6(5):489–498.
[22] VOHRA A,SYAL P,MADAN A.Probiotic yeasts in livestock sector[J].Animal Feed Science and Technology,2016,219:31–47.

[23] PENG H,WANG J Q,KANG H Y,et al.Effect of feeding *bacillus subtilis natto* fermentation product on milk production and composition,blood metabolites and rumen fermentation in early lactation dairy cows[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2012,96(3):506–512.

[24] 王玲,吕永艳,程志伟,等.复合酵母培养物对奶牛产奶性能、氮排放及血液生化指标的影响[J].草业学报,2015,24(12):121–130.

[25] 闫晓刚.酵母培养物和颗粒精料对荷斯坦犊牛生长发育的影响[D].硕士学位论文.长春:吉林农业大学,2005:40.

[26] 王宗伟,牟晓玲,杨国伟,等.日粮营养素水平对东北肉鹅生长性能及血液生化指标的影响(1~28日龄)[J].核农学报,2009,23(5):891–897.

[27] 王巍,邹积宏,袁杰力.具有降解胆固醇作用益生菌的研究进展[J].中国微生态学杂志,2009,21(2):171–172.

[28] 郭春锋,张兰威.益生菌降胆固醇功能研究进展[J].微生物学报,2010,50(12):1590–1599.

[29] 王少璞,董晓芳,佟建明.益生菌调节蛋鸡胆固醇代谢的研究进展[J].动物营养学报,2013,25(8):1695–1702.

Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on Nutrient Digestibility, Rumen Fermentation and Plasma Biochemical Parameters of *Xiongzhong* Black Beef

CHEN Liang[1,2] JIE Hongdong[2*] REN Ao[1,2] ZHOU Chuanshe[2,3**] TAN Zhiliang[2,3] LI Bin[4]

(1. *College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha* 410128, *China*; 2. *Key Laboratory for Agri-Ecological Processes in Subtropical Region, National Engineering Laboratory for Pollution Control and Waste Utilization in Livestock and Poultry Production, Hunan Research Center of Livestock & Poultry Sciences, South Central Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in Ministry of Agriculture, Institute of Subtropical Agriculture, The Chinese Academy of Sciences, Changsha* 410125, *China*; 3. *Hunan Co-Innovation Center of Animal Production Safety,* Changsha 410128, China; 4. *Institute of Animal Science of Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences*，*Lhasa* 850000,

*Contributed equally

**Corresponding author, professor, E-mail: zcs@isa.ac.cn

（责任编辑　王智航）

China)

Abstract: The objective of this trial was to explore the effects of different supplementation levels of *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, nutrient digestibility, rumen fermentation and plasma biochemical parameters of *Xiangdong* black beef. The study was conducted as one-factor randomly block experimental design, eighteen *Xiangzhong* black beef [(330±30) kg] were blocked into 3 groups with 6 beef per group. Control group was supplemented with a basal, and experimental groups were supplemented with 120 and 240 g/kg *Saccharomyces cerevisiae*, respectively. The pre-test lasted for10 d, and the test lasted for 30 d. The results showed as follows: 1) dietary *Saccharomyces cerevisiae* supplementation had no significant differences on average daily gain and feed to gain ratio (P>0.05). 2) Dietary *Saccharomyces cerevisiae* supplementation significantly decreased fecal excretion of crude protein (P<0.05), but had no significant effects on digestibility of dry matter, neutral detergent fibre and crude protein (P>0.05). 3) Ammonia nitrogen and volatile fatty acids concentrations were not significantly affected by *Saccharomyces cerevisiae* supplementation (P>0.05). 4) Dietary supplementation of 240 g/kg *Saccharomyces cerevisiae* significantly decreased plasma total cholesterol concentration (P<0.05). The results indicate that dietary supplementation of 240 g/kg *Saccharomyces cerevisiae* can decrease fecal excretion of crude protein and plasma total cholesterol concentration, which play important roles in decreasing nitrogen emission, improving husbandry environment and promoting health of beef.

Key words: *Xiangzhong* black breef; total cholesterol; volatility fatty acid; feed to gain ratio; growth performance